

## METHOD FOR FORMING CERAMIC COIL SPRING

Patent Number: JP1110908  
Publication date: 1989-04-27  
Inventor(s): NAKATANI MASAHIKO; others: 04  
Applicant(s): NHK SPRING CO LTD  
Requested Patent:  JP1110908  
Application Number: JP19870268331 19871026  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B28B1/40  
EC Classification:  
Equivalents: JP2558747B2

### Abstract

PURPOSE: To improve the shape retention after coiling by a method wherein wire produced by kneading and forming ceramic powder, to which organic material for giving formability and its solvent are added, is coiled and, after that, the solvent and a part of the organic material are extracted.

CONSTITUTION: Ceramic powder, to which organic material for giving formability and its solvent are added and kneaded so as to prepare the amount of the solvent in the resultant mixture down to 15% or less and, after that, extruded in order to produce wire. Since the wire just after being extruded has large plasticity, after being prepared to lessen its amount of solvent down to 10% or less, the wire is coiled round a mandrel. Since the wire has fair plasticity even after coiling, its shape retention is kept by removing the solvent and a part of organic material or mainly plasticizer by means of ultracritical extraction. After that, the coil-shaped formed body is removed from the mandrel and, after the binder in the body is extracted, the body is sintered in the air.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 平1-110908

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 28 B 1/40

識別記号 庁内整理番号  
B-6865-4G

⑪公開 平成1年(1989)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑬発明の名称 セラミックスコイルばねの成形方法

⑭特願 昭62-268331

⑮出願 昭62(1987)10月26日

⑯発明者 中谷 雅彦 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日發グループ中央研究所内

⑯発明者 佐藤 繁美 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日發グループ中央研究所内

⑯発明者 東野 豊之 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日發グループ中央研究所内

⑯発明者 楢村 秀 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日發グループ中央研究所内

⑰出願人 日本発条株式会社 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地

⑯代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

セラミックスコイルばねの成形方法

2. 特許請求の範囲

セラミックス粉体に成形性を付与する有機材料及びその溶剤を加えて混練し、線材を成形する工程と、該線材をコイリングする工程と、コイル状成形体から溶剤及び有機材料の一部を抽出する工程とを具備したことを特徴とするセラミックスコイルばねの成形方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はセラミックスコイルばねの成形方法に関する。

(従来の技術)

コイルばねは各種機械にとって重要な部品として用いられている。こうしたコイルばねは金属材料から製造されてきたが、金属製コイルばねは耐熱性、耐食性、耐摩耗性等の特性に劣るため、近年、これらの特性を改善し得るセラミックス型の

コイルばねの製造が試みられている。

セラミックスコイルばねの製造方法としては、セラミックス粉体原料に成形性を付与する有機材料とその溶剤とを混練し、この混練物を押し出して得られるセラミックス線材を用いて目的とするコイル形状のコイルばねを得る方法が行なわれている。

成形性を付与する有機材料として水溶性のものを、その溶剤として水を使用してコイルばねを製造した場合、以下の問題が生じる。

① 線材に含まれる水分が多い場合 (高含水率の線材)

コイリング自体は容易であるが、コイリング用の芯棒に巻きつけるとコイリング時に内側 (内径) がつぶれやすい。また、この状態で乾燥させると、水分の蒸発に伴う乾燥収縮で線切れ、及び更にコイル内径のつぶれが生じる。なお、高含水率の線材を用いてコイリングした場合、コイリング直後に芯棒から成形体を取り外すと、保形性がなくコイル形状を保持しない。

## ②逆に線材に含まれる水分が少ない場合

セラミックス押出原料の混練時に添加水分量を少なくするか、又は押し出した線材を乾燥させて水分量を少なくし、コイリング後の乾燥収縮をできるだけ小さくしようとすると、線材が硬くなり、その後のコイリング作業が困難でコイリング時に線切れを生じる。また、雰囲気（温度、湿度等）によってコイリングの状態が大きく影響されるため、コイリング可能な条件が限定される。また、微量な水分量の変化により、乾燥後の形状ばらつきが大きい。したがって、線径 $1\text{mm}$ 以下の細線のコイリング及び $D/d$ （ $D$ ：コイル平均径、 $d$ ：線径）の小さいコイリングが困難である。

そこで、一般的に考えられるセラミックスコイルばねの製造方法としては、例えば以下のような方法が知られている。

①セラミックス粉体原料と、メチルセルロース、界面活性剤、多価アルコール及び水とを混練し、押出成形して線材を得た後、芯棒にコイリングし、そのまま仮焼結し、その後芯棒を取り外し

しかし、従来の方法には以下のような問題がある。

①コイリング後の線切れ等を発生させないような線材を得るために、乾燥による水分調整に微妙なコントロールを必要とする。

②線材の可塑性が乾燥後においても有利に保持し得るため、コイリング後の保形性に乏しい。したがって、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に巻いたまま焼結する必要がある。

③芯棒として線材と同様な熱収縮特性を有するものを用いているため、線切れやコイルの内側の変形をある程度防止することができるが、仮焼結まで行なうため再使用することができず、芯棒に要するコストが高くなる。

以上のように従来の方法はコスト、歩留り等の観点から量産性の乏しい方法である。

本発明は上記問題点を解決し、抽出操作によりコイリング後の保形性を向上させるため、細線のコイリングや $D/d$ の小さいコイリングが可能で、線材の線切れや変形等を防止でき、形状ばら

て本焼結する方法（特開昭62-7659号公報）。

②上記方法を改良して等ピッチのコイルばねを得るために、セラミックス粉体を主原料とする押出加工された線材を水分調整し、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に、間隔保持用コイル材とともに巻き付け、アルミナ粉末中に埋め込んで仮焼結を行ない、仮焼結された線材を芯棒から取り外して本焼結する方法（特開昭62-25013号公報）。

なお、これらの方針をブロック図で示すと第2図のようになる。第2図に示すように、これらの方法では原料の混練物を押出成形して線材を得た後、乾燥操作により線材を所定の水分率まで、一般に約3%以下の値まで低下させることにより、セラミックスコイルばねの成形が可能なように線材の可塑性を調整している。なお、線材の可塑性が乾燥後（水分調整後）においても有利に保持し得るように界面活性剤、多価アルコールを多添加している。

〔発明が解決しようとする問題点〕

つきも小さくすることができる量産性のあるセラミックスコイルばねの成形方法を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段と作用〕

本発明のセラミックスコイルばねの成形方法は、セラミックス粉体に成形性を付与する有機材料及びその溶剤を加えて混練し、線材を成形する工程と、該線材をコイリングする工程と、コイル状成形体から溶剤及び有機材料の一部を抽出する工程とを具備したことを特徴とするものである。

本発明において、原料となるセラミックス粉体は、酸化物系セラミックスでもよいし、非酸化物系セラミックスでもよい。酸化物系セラミックスとしては、例えばアルミナ、ムライト、部分安定化ジルコニア等が挙げられる。また、非酸化物系セラミックスとしては、例えば窒化ケイ素、炭化ケイ素、サイアロン等が挙げられる。

本発明において、添加する有機材料（一般にバインダーとも呼ばれる）は、セラミックス粉体のような非可塑性原料の成形において可塑性、保形

性を付与し、しかも焼結により分解、飛散して焼結体に不純物などの残渣を残さないという特長を有している。

使用される有機材料には結合剤、可塑剤、分散剤などがある。これらは一般的に以下の機能を持つことが知られている。

結合剤はグリーン成形体の強度保持として機能するものであり、その配合量が少な過ぎると、得られる混練物がもろくなって押出成形やコイル形状への加工が困難となる。また、その配合量があまりにも多くなると、ダイス(ノズル)からの押出成形が困難となるなどの問題を発生する。

可塑剤は可塑性、柔軟性を与える機能で、押出成形や押出成形して得られた線材に良好な柔軟性を与える。その配合量が少な過ぎると、混練物の粘性が高くなり、押出が困難となる問題を発生し、またその配合量があまりにも多すぎると、混練物の強度が低下し、コイル形状の保形性がなくなるなどの問題が発生する。

分散剤はセラミックス粉体と有機材料を混練し

し、そのまま焼結する場合と異なり、抽出操作により有機材料の一部を抽出するので、コイル形状の保形性が向上し、芯棒に巻いたまま焼結する必要がない。また、線材の線切れ等を防止でき、細線のコイリングやD/dの小さいコイリングが可能で、成形体の形状ばらつきも非常に小さくすることができる。また、室温で線材を保管しても可塑性が変わらないため、必要に応じてコイリングができるので、多品種少量生産に適している。

#### (実施例)

以下、本発明方法を実施例に基づいてより詳細に説明する。

#### 実施例 1

第1図に示す方法に従い、セラミックスコイルばねを製造した。まず、第1表に示す原料及び有機溶媒を同表に示す配合比で配合して原料を調整し、混練した(なお、表中、アルミニレートAL-Mは川研ファインケミカル製商品名)。この混練物中の溶剂量を15%以下に調整した後、押出成形し

たときの均一分散及び有機材料の溶剤の添加量を低減させる機能をもつ。

本発明において、結合剤としては有機溶媒に溶解するもの、例えばポリビニルチラール、ポリアクリル酸エステル、ポリメタクリル酸エステル等が用いられる。また、可塑剤としては有機溶媒に溶解しやすいものを選択、組み合わせることにより、線材に対してコイリングに必要な可塑性を付与する。

本発明において、溶剤としては、アルコール、エステル、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素、塩素化炭化水素の群から選択される単独溶媒もしくは2種以上の混合溶媒が挙げられる。

本発明において、抽出操作は、超臨界抽出、蒸気洗浄、ソックスレー抽出、単なる抽出溶媒への浸漬等によって行なわれる。

本発明方法によれば、従来のように線材中に含まれる水分及び有機材料によって、線材のコイリングに必要な可塑性を付与して芯棒にコイリング

て線材を作製した。押出成形した直後の線材は可塑性が大きいので、溶剤量を10%以下に調整した後、芯棒にコイリングした。コイリング後においても線材は可塑性がかなりあるので、超臨界抽出により溶剤と有機材料の一部(主として可塑剤)を除去して保形性をもたせた。その後、コイル形状成形体を芯棒から取り外してもその保形性は充分あり、脱バインダした後、空気中、1450°Cで焼結して、線径2.2mm、コイル径20mm、有効巻数6巻のセラミックスコイルばねを製造した。得られたセラミックスコイルばねの特性は、焼結体密度d = 6.08 g/cm<sup>3</sup>、ばね定数k = 0.43 kgf/mm、せん断強度τ = 43 kgf/mm<sup>2</sup>(平均値)であった。

#### 実施例 2

第2表に示す原料及び有機溶媒を用い、上記実施例1と同様にして、線径0.4mm、コイル径2.0mm、すなわちD/d = 5のセラミックスコイルばねを製造した。

第2表の原料を用いた場合、第1表の場合と比べてコイリング時の線材の可塑性が大きく、D/d

$d$  の小さいコイルばねの製造に適していた。

## 実施例 3

第 3 表に示す原料及び有機溶媒を用い、実施例 1 と同様にしてコイル状成形体を得た後、脱バイオノンダし、N<sub>2</sub>ガス中、1800°Cで焼結して、線径 2.2mm、コイル径 20mm、有效巻数 6巻のセラミックスコイルばねを製造した。得られたセラミックスコイルばねの特性は、焼結体密度  $d = 3.23\text{ g/cm}^3$ 、ばね定数  $K = 0.70\text{ kgf/mm}$ 、せん断強度  $\tau = 45\text{ kgf/mm}^2$ （平均値）であった。

## 実施例 4

第 4 表に示す原料及び有機溶媒を用い、実施例 1 と同様にしてコイル状成形体を得た後、脱バイオノンダし、N<sub>2</sub>ガス中、1780°Cで焼結して、線径 0.6mm、コイル径 3.0mmのセラミックスコイルばねを製造した。

第 1 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	ポリビニルブチラール	6
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	5
可塑剤	フタル酸ジブチル	1
分散剤	アルミニレート AL-M	0.5
有機溶媒	エチルアルコール	8
有機溶媒	トリクロロエチレン	21

第 2 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	ポリビニルブチラール	7
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	5
可塑剤	フタル酸ジオクチル	2
分散剤	アルミニレート AL-M	0.5
有機溶媒	エチルアルコール	8
有機溶媒	トリクロロエチレン	21

第 3 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素（焼結助剤含む）	100
結合剤	ポリビニルブチラール	10
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 400)	5
可塑剤	フタル酸ジブチル	5
分散剤	アルミニレート AL-M	0.5
有機溶媒	エチルアルコール	12
有機溶媒	トリクロロエチレン	25

第 4 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素（焼結助剤含む）	100
結合剤	ポリビニルブチラール	11
可塑剤	ポリエチレングリコール (Mn = 800)	6
可塑剤	フタル酸ジオクチル	6
分散剤	アルミニレート AL-M	1
有機溶媒	エチルアルコール	14
有機溶媒	トリクロロエチレン	30

## 〔発明の効果〕

上記各実施例により、以下のようないくつかの効果を得ることができた。

1. 水溶性の有機材料（メチルセルロース）を用いた場合と比べて、線材の可塑性が大きくコイリングが容易であり、線径 1mm 以下のコイリングや  $D/d$  の小さいコイリングが可能となった。

2. コイリングした後、抽出操作により有機材料の一部（主として可塑剤）を除去するので、芯棒から取り外した時の保形性が良好で、形状のばらつきが非常に少ない。

3. コイリングマシンを利用して金属ばねと同様な方法でコイリング可能な有機材料の配合比とすることができる。

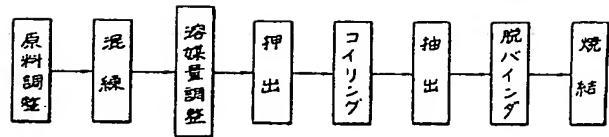
4. 線材を保管しておいても、コイリングに必要とされる可塑性が変化しない。したがって、必要に応じて随時コイリングすることもできるので、多品種少量生産に適する方法である。

## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明に係るセラミックスコイルばね

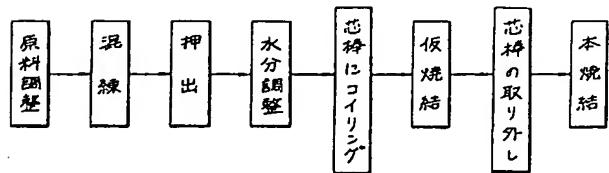
特開平1-110908 (5)

の製造方法を示すブロック図、第2図は従来のセラミックスコイルばねの製造方法を示すブロック図である。



第1図

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



第2図

第1頁の続き

②発明者 安達 隆介 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内